

## Shot-resistant armour coating - made of geometric bodies positioned in layers whose outer surface at least partially deflect any shot impacting on it

Patent Number: DE3938741

Publication date: 1991-03-07

Inventor(s): SCHULZ ERICH (DE)

Applicant(s): SCHULZ ERICH (DE)

Requested Patent: ☐ DE3938741

Application Number: DE19893938741 19891123

Priority Number(s): DE19893938741 19891123; DE19893929429 19890905

PC Classification: A41D31/02; B62D65/00; B64D7/00; F41H1/02; F41H5/06

EC Classification: B32B3/14, B32B3/18, B62D65/00, B64F5/00, A41D31/00C10L, F41H5/04C, F41H5/04C2

Equivalents:

### Abstract

A shot resistant armour coating is produced by positioning geometric bodies (2,5,6) in a line so that they contact each other and fixing their position by sticking them together. The bodies have curved outer surfaces and are balls ellipsoid, paraboloid or polyhedron in shape. The bodies are stuck together via a metal-oxide nitride and/or carbide layer (4,7,8). The layers of bodies may then be sandwiched between outer layers (3,9). Each ball of one layer is positioned in the hole between two balls of an adjacent layer. The inner layer (9) is pref. a plastic foam with a glass fibre reinforced layer (11). The bodies are pref. made of ceramic such as Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> with adhesion layers being sprayed on to a thickness of 0.1-2 mm, pref. 0.3-1 mm. ISE/ADVANTAGE - Armour protecting vehicles and aircraft. The coating has a low weight and any shot hit it is at least partially deflected due to the surface shape of the bodies.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3938741 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 39 38 741.0  
㉔ Anmeldetag: 23. 11. 89  
㉕ Offenlegungstag: 7. 3. 91

㉙ Int. Cl. 5:  
**F 41 H 1/02**  
F 41 H 5/06  
B 64 D 7/00  
A 41 D 31/02  
B 62 D 65/00  
// B32B 5/18,5/02

DE 3938741 A1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
05.09.89 DE 39 29 429.3

⑦1 Anmelder:  
Schulz, Erich, 4052 Korschenbroich, DE

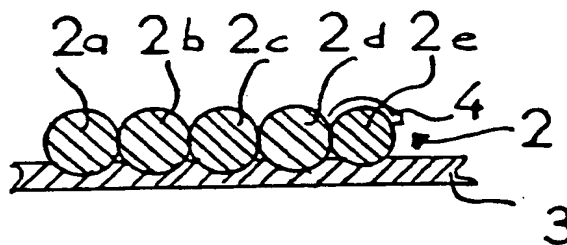
⑦4 Vertreter:  
Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000  
München; Graalfs, E., Dipl.-Ing., 2000 Hamburg;  
Wehnert, W., Dipl.-Ing., 8000 München; Döring, W.,  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing.; Beines, U., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 4000 Düsseldorf

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤4 Material zur Herstellung einer schußfesten Panzerung

Es wird ein Material zur Herstellung einer schußfesten Panzerung, insbesondere für Fahrzeuge und Flugzeuge sowie für die Herstellung von Bekleidungsstücken, beschrieben, wobei die Panzerung mindestens eine schußfeste Schicht aufweist. Hierbei umfaßt die schußfeste Schicht eine Vielzahl von in ihrer Position fixierten und sich berührenden geometrischen Körpern, die einlagig angeordnet sind und deren Oberfläche derart ausgebildet ist, daß die Richtung eines auf die Außenfläche der geometrischen Körper auftreffenden Geschosses mindestens teilweise abgelenkt wird.

Ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Materials sieht vor, daß man auf einen Gegenstand eine einlagige Schicht einer Vielzahl von sich berührenden geometrischen Körpern aufbringt, daß man die geometrischen Körper unter Ausbildung einer schußfesten Schicht in ihrer jeweiligen Lage fixiert und danach die Schicht von dem Gegenstand ablöst.



DE 3938741 A1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Material zur Herstellung einer schußfesten Panzerung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Materials.

Üblicherweise wird eine schußfeste Panzerung dadurch erreicht, daß man hierfür als Material gehärtete Stahlplatten einsetzt, wobei abhängig von dem gewünschten Grad der Panzerung die Dicke derartiger Stahlplatten variiert. Beim Beschuß einer derartigen Stahlplatte kann das hierauf aufprallende Geschos aufgrund der Härte der Stahlplatte diese nicht durchdringen, so daß das Geschos entsprechend deformiert wird.

Das zuvor beschriebene Material zur Herstellung von schußfesten Panzerungen weist den Nachteil auf, daß es hierbei abhängig von der Dimensionierung der als schußfeste Schicht eingesetzten Stahlplatten ein relativ hohes Gewicht aufweist, so daß seine Anwendung beispielsweise im Kraftfahrzeug- oder Flugzeugbau oder zur Herstellung von schußsicheren Bekleidungsstücken, wie z. B. schußsicheren Westen oder Helmen, beschränkt ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Material der angegebenen Art zur Verfügung zu stellen, das bei einem geringen Gewicht eine besonders große Schußfestigkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Material mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird somit ein Material zur Herstellung einer schußfesten Panzerung, insbesondere für Fahrzeuge, Flugzeuge sowie für die Herstellung von Bekleidungsstücken, vorgeschlagen, wobei das Material mindestens eine schußfeste Schicht besitzt. Hierbei umfaßt diese schußfeste Schicht eine Vielzahl von in ihrer Lage fixierten und sich berührenden geometrischen Körpern, deren Oberfläche derart ausgebildet sind und die in der Schicht derart angeordnet sind, daß die Richtung eines auf die Außenfläche der geometrischen Körper auftreffenden Geschosses mindestens teilweise abgelenkt wird. Mit anderen Worten besteht die schußfeste Schicht des erfindungsgemäßen Materials nicht, wie beim vorstehend aufgeführten Stand der Technik, aus einer durchgehenden Fläche. Vielmehr wird bei dem erfindungsgemäßen Material diese durchgehende Fläche durch eine Vielzahl von sich berührenden geometrischen Körpern ersetzt, wobei diese geometrischen Körper in ihrer Lage fixiert sind und eine äußere, in Richtung auf das Geschos weisende Oberfläche besitzen, die derart gestaltet ist, daß ein hierauf auf die Oberfläche auftreffendes Geschos abgelenkt wird. Somit wird bei dem erfindungsgemäßen Material durch die äußere Oberfläche die kinetische Energie des Geschosses durch ein einfaches oder vielfaches Umlenken des Geschosses entsprechend absorbiert, so daß ein Geschos von einer derartigen Oberfläche entsprechend abprallt.

Das erfindungsgemäße Material weist eine Reihe von Vorteilen auf. Bedingt durch die Tatsache, daß die schußfeste Schicht eine Vielzahl von sich berührenden geometrischen Körpern umfaßt, besitzt eine derartige Schicht im Vergleich zu einer ganzflächigen Stahlfläche bei der gleichen Schußfestigkeit ein wesentlich geringeres Gewicht oder bei gleichem Gewicht eine wesentlich höhere Schußfestigkeit. Dies wiederum hat zur Folge, daß das erfindungsgemäße Material insbesondere in solchen Fällen einsetzbar ist, bei denen die herkömmliche Stahlplattenpanzerung aufgrund ihres Gewichtes

nicht zur Anwendung gelangt, wie dies insbesondere beispielsweise auf die Vollpanzerung eines Kraftfahrzeuges, auf die Panzerung von Flugzeugen oder auf die schußfesten Bekleidungsstücke zutrifft.

Um das zuvor beschriebene Ablenken der auf die Außenfläche der schußfesten Schicht auftretenden Geschosse zu erreichen, bestehen mehrere Möglichkeiten für die Ausbildung der geometrischen Körper. So können diese geometrischen Körper beispielsweise aus Kugeln, Ellipsoiden, Paraboloiden, Polyedern und/oder Abschnitten davon bestehen, wobei immer dann besonders gute Ergebnisse bezüglich der Schußfestigkeit bei dem erfindungsgemäßen Material erreicht werden, wenn geometrische Körper verwendet werden, die nach außen hin im Bereich der Außenfläche der schußfesten Schicht gewölbt sind, was beispielsweise insbesondere für Kugeln, Ellipsoide, Paraboloiden und/oder Abschnitte davon zutrifft.

Um die zuvor beschriebene Fixierung der geometrischen Körper zu erreichen, bestehen grundsätzlich drei Möglichkeiten. Bei der ersten Möglichkeit werden diese geometrischen Körper durch eine in bezug auf die Richtung des auf die schußfeste Schicht aufprallenden Geschosses innenliegende Schicht in ihrer Lage fixiert, so daß dementsprechend die schußfeste Schicht durch die innenliegende Fixierschicht für die geometrischen Körper und die hierüber angeordnete Schicht der geometrischen Körper selbst gebildet wird.

Bei der zweiten Möglichkeit ist jeder geometrische Körper mit jedem hieran anstoßenden geometrischen Körper verbunden, vorzugsweise durch eine auf die Schicht der geometrischen Körper aufgespritzte Schicht eines Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides verschweißt, so daß die schußfeste Schicht durch die einlagige Schicht der untereinander verbundenen geometrischen Körper gebildet wird.

Die dritte Möglichkeit stellt eine Kombination der zuvor beschriebenen ersten und zweiten Möglichkeit dar, d. h. hierbei sind die geometrischen Körper sowohl in einer innenliegenden Schicht fixiert als auch jeder geometrische Körper mit jedem hieran anstoßenden geometrischen Körper verbunden, wobei diese dritte Möglichkeit die sicherste Fixierung der Lage der geometrischen Körper darstellt. Entscheidend bei der Verbindung eines geometrischen Körpers mit jedem hierzu benachbarten geometrischen Körper ist jedoch, daß durch diese Verbindung nicht die Außenfläche der geometrischen Körper so weit verändert wird, daß das hierauf auftreffende Geschos nicht abgelenkt wird.

Die Art der Fixierung der geometrischen Körper in eine unterhalb der Körper angeordneten Fixierschicht oder die Art der Verbindung der geometrischen Körper untereinander kann beispielsweise durch Verkleben geschehen. Besonders gute Ergebnisse bezüglich der Schußfestigkeit besitzt jedoch eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Materials, bei dem die geometrischen Körper durch ein hierauf aufgespritztes und erstarrtes Metall, Metalloxid, -nitrid und/oder -carbid miteinander verschweißt sind. Hierbei bildet sich außen auf jedem geometrischen Körper und ggf. in den Lücken zwischen benachbarten geometrischen Körpern eine entsprechende Schicht des Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides, die die geometrischen Körper entsprechend miteinander verbinden. Wird zudem noch bei einer derartigen Ausführungsform auf die Rückseite der schußfesten Schicht eine dickere Schicht eines Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides derart aufgetragen, daß hierin die geometrischen Körper ent-

sprechend eingebettet werden, und somit ein derartiges Material neben der schußfesten Schicht noch eine zweite, innenliegende Schicht aufweist, so kann die Schußfestigkeit des erfindungsgemäßen Materials weiter verbessert werden. Dies wird darauf zurückgeführt, daß durch die zweite innenliegende Schicht die geometrischen Körper in ihrer Lage zusätzlich fixiert werden, so daß beim Aufprall eines Geschosses auf die geometrischen Körper diese nicht unerwünscht ausweichen.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Materials sieht vor, daß über der ersten, aus einer Vielzahl von geometrischen Körpern bestehenden schußfesten Schicht weitere, insbesondere 1 bis 10 und vorzugsweise 2 bis 5 schußfeste Schichten angeordnet sind, wobei diese weiteren schußfesten Schichten ebenfalls aus einer einlagigen Anordnung einer Vielzahl von nebeneinanderliegenden geometrischen Körpern bestehen.

Eine besondere geeignete Ausführungsform der zuvor beschriebenen Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Materials sieht vor, daß die geometrischen Körper als Kugeln ausgebildet sind, wobei jede schußfeste Schicht aus einer Vielzahl von derartigen Kugeln besteht, die in einer einzigen Lage nebeneinanderliegend angeordnet sind. Hierbei sind oberhalb, d. h. in Richtung der Flugbahn des Geschosses gesehen, der ersten schußfesten Schicht weitere 1 bis 10, vorzugsweise 2 bis 5, schußfeste Schichten vorgesehen, wobei jede der weiteren schußfesten Schichten den selben Aufbau aufweist wie die erste schußfeste Schicht, d. h. aus einer Vielzahl von miteinander verbundenen und einlagig vorgesehenen Kugeln besteht.

In Fortbildung der zuvor beschriebenen Ausführungsform sieht eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Materials vor, daß die einzelnen schußfesten Schichten untereinander verbunden sind. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß die schußfesten Schichten nur jeweils entlang ihres Randes miteinander verbunden sind.

Eine besonders hohe Schußfestigkeit erzielt man jedoch bei dem erfindungsgemäßen Material, wenn man jede Kugel einer jeden Schicht mit jeder hieran anstoßenden Kugel der benachbarten Schichten verbindet, so daß ein dreidimensionales Netzwerk von miteinander verbundenen Kugeln entsteht. Ordnet man zudem noch bei einer derartigen Ausführungsform die Schichten so an, daß bei den innenliegenden Schichten die Kugeln einer jeden darüberliegenden und darunterliegenden Schicht in den Lücken, die zwischen den Kugeln der mittleren Schicht bestehen, angeordnet werden, so erhält man einen Verbundkörper, der bei einem relativ geringen Gewicht eine extrem gute Schußfestigkeit besitzt. Dies hat zur Folge, daß man ein derartiges Material auch mit schweren Artilleriegeschossen oder von Panzerfäusten abgefeuerten Geschossen beschießen kann, ohne daß hierdurch eine Zerstörung der schußfesten Schichten auftritt. Um die Vielzahl der Kugeln der Schichten sowohl innerhalb einer einzelnen Schicht als auch zwischen den einzelnen Schichten miteinander zu verbinden, bietet es sich bei einer derartigen Ausführungsform insbesondere an, diese Verbindung durch ein aufgeschmolzenes und anschließend erstarrtes Metall, Metalloxid, -nitrid und/oder -carbid herbeizuführen, wobei vorzugsweise dieses Metall, Metalloxid, -nitrid und/oder -carbid aufgespritzt wird, wie dies nachfolgend noch bei dem Verfahren erläutert ist.

In Weiterbildung der zuvor beschriebenen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Materials ist vorge-

sehen, daß der aus mehreren übereinander angeordneten schußfesten Schichten bestehende Verbundkörper zusätzlich noch mit mindestens einer äußeren Schicht aus einem erstarrten Metall, Metalloxid, -nitrid und/oder -carbid versehen wird, in die die Kugeln der darunterliegenden ersten schußfesten Schicht eingebettet sind. Hierbei kann diese äußere Schicht in einer solchen Dicke aufgebracht werden, daß entweder die Lücke, die zwischen den Kugeln der ersten schußfesten Schicht bestehen, teilweise oder vollständig mit dem erstarrten Metall, Metalloxid, -nitrid und/oder -carbid ausgefüllt werden, wobei im letzteren Fall des vollständigen Ausfüllens der Lücken ein derartiger Verbundkörper eine geschlossene Oberfläche besitzt, so daß er hervorragend beispielsweise für die Panzerung von Fahrzeugen oder Flugzeugen eingesetzt werden kann. Ebenso ist es möglich, an der zu der äußeren Schicht entgegengesetzten Fläche des Verbundkörpers eine innere Schicht vorzusehen, wobei diese innere Schicht einen Aufbau besitzt, wie dieser vorstehend für die äußere Schicht beschrieben ist. Durch die innere und äußere Schicht werden dann die schußfeste Schicht bzw. die Vielzahl der schußfesten Schichten sandwichartig eingeschlossen.

Eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Materials sieht vor, daß die innere Schicht nicht aus einem erstarrten Metall, Metalloxid, -nitrid und/oder -carbid besteht. Hierbei umfaßt die innere Schicht einen Kunststoffschäum, beispielsweise einen Polyurethanschäum, wobei die innere Schicht dann gleichzeitig beispielsweise die Innenverkleidung eines Fahrzeuges oder eines entsprechend geformten Bekleidungsstückes, wie z. B. einer schußfesten Weste oder eines Schutzhelmes, bildet.

Ferner kann innerhalb oder an der inneren Schicht noch eine Verstärkungslage vorgesehen sein, wobei es sich vorzugsweise anbietet, als Verstärkungslage ein Flächengebilde aus Glasfasern, beispielsweise ein Glasfaservlies, -filz, -gewebe o. dgl., auszuwählen.

Bezüglich des Materials des geometrischen Körpers ist festzuhalten, daß hier zwei Möglichkeiten bestehen. Die erste Möglichkeit sieht vor, daß das Material des geometrischen Körpers selbst eine so große Härte aufweist, daß es beim Aufprall des Geschosses nicht oder nur geringfügig zerstört wird. Hier hat sich gezeigt, daß insbesondere ein keramisches Material, vorzugsweise ein solches aus Aluminiumoxid, die notwendige Härte besitzt.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, daß das Material des geometrischen Körpers nicht die erforderliche Härte besitzt, um dem Aufprall eines Geschosses zu widerstehen. Hier wird die für die schußfeste Schicht erforderliche Härte dann dadurch erzeugt, daß man auf die Oberfläche der geometrischen Körper eine Schicht eines entsprechend harten Materials aufträgt, so daß durch diese Schicht die erforderliche Härte sichergestellt wird, wobei die aufgetragene Schicht selbstverständlich so dünn ist, daß hierdurch nicht die geometrische Form des geometrischen Körpers nennenswert verändert wird. Hier konnte festgestellt werden, daß insbesondere eine 0,1 mm bis 2 mm, vorzugsweise 0,3 mm bis 1 mm, dicke Schicht eines im flüssigen Zustand aufgespritzten Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides nach dem Erstarren des so aufgespritzten Materials der schußfesten Schicht die notwendige Härte verleiht.

Die zuvor beschriebenen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Materials können in mannigfacher Weise angewendet werden. So ist es beispielsweise

möglich, hieraus Karosserieteile von Fahrzeugen, beispielsweise Kraftfahrzeugen, Geländefahrzeugen, Panzer o. dgl., oder sogar Flugzeugteile zu fertigen, wobei sich derartige Teile durch eine hohe Schußfestigkeit auszeichnen. Auch kann man aus dem erfindungsgemäßen Material sehr leichte und komfortabel zu tragende Schutzbekleidungsstücke, wie beispielsweise schußfeste Westen oder Schutzhelme, anfertigen, die selbst einem Beschuß mit aus Langfeuerwaffen abgefeuerten Stahlkerngeschossen standhalten.

Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung des zuvor beschriebenen Materials zur Verfügung zu stellen, durch das dieses Material besonders wirtschaftlich und einfach herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 18 gelöst.

Erfindungsgemäß wird somit ein Verfahren zur Herstellung des zuvor beschriebenen Materials beschrieben, bei dem man auf einen Gegenstand eine einlagige Schicht einer Vielzahl von sich berührenden geometrischen Körpern aufbringt und anschließend die geometrischen Körper unter Ausbildung einer schußfesten Schicht in ihrer jeweiligen Lage fixiert und danach die Schicht von dem Gegenstand ablöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren besitzt den Vorteil, daß es relativ einfach und schnell und somit auch wirtschaftlich besonders günstig durchführbar ist. Dies trifft insbesondere auf die Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zu, bei der man die Fixierung der geometrischen Körper dadurch erreicht, daß man auf eine einlagige Schicht der geometrischen Körper ein geschmolzenes Metall, Metalloxid, -nitrid und/oder -carbid aufspritzt, wobei man abhängig von der Dicke der aufgespritzten Schicht hierdurch entweder die geometrischen Körper untereinander verbinden kann und/oder die geometrischen Körper in die aufgespritzte Schicht des geschmolzenen und später erstarrten Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides einbettet.

Besonders wirtschaftlich und somit preisgünstig läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren dann durchführen, wenn man das Metall, Metalloxid, -nitrid und/oder -carbid so aufspritzt, wie dies in der vorangemeldeten und noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung P 39 36 018.0, die auf den selben Anmelder zurückgeht, beschrieben ist, wobei der Inhalt der deutschen Patentanmeldung P 39 36 018.0 die vorliegende Anmeldung ergänzt, so daß auf eine Wiederholung der in der deutschen Patentanmeldung P 39 36 018.0 beschriebenen Verfahrensvarianten verzichtet werden kann.

Eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß man mehrere Schichten von geometrischen Körpern übereinander anordnet, wobei man die Schichten derart zueinander ausrichtet, daß die geometrischen Körper der darüberliegenden Schicht mindestens teilweise in den Lücken, die zwischen den geometrischen Körpern der darunterliegenden Schicht bestehen, positioniert werden. Verbindet man zudem noch jeden geometrischen Körper mit jedem der an diesen Körper anstoßenden Körper, so entsteht ein Verbundkörper, bei dem jeder Körper einer jeden Schicht dreidimensional verbunden ist.

Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Materials und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße Material sowie das erfin-

dungsgemäße Verfahren werden nachfolgend anhand von drei Ausführungsformen und einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Schnittansicht einer ersten Ausführungsform des Materials;

Fig. 2 eine Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform des Materials; und

Fig. 3 eine Schnittansicht einer dritten Ausführungsform des Materials.

In Fig. 1 ist ein insgesamt mit 1 bezeichnetes Material abgebildet, das eine schußfeste Schicht 2 besitzt, wobei die schußfeste Schicht 2 aus einer Vielzahl von einlagig angeordneten und sich berührenden Kugeln 2a bis 2e besteht.

Hierbei sind die Kugeln 2a bis 2e in einer unterhalb der schußfesten Schicht 2 vorgesehenen zweiten Schicht 3 eingebettet, so daß die Kugeln 2a bis 2e in ihrer jeweiligen Lage fixiert sind. Die Kugeln 2a bis 2e bestehen aus einem keramischen Material, beispielsweise Aluminiumoxid, wodurch die für die schußfeste Schicht erforderliche Härte sichergestellt wird. Die zweite Schicht 3 besteht bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform aus einem aufgespritzten Aluminium mit einer Dicke von 1,5 mm.

Die in Fig. 1 gezeigte Ausführungsform wird wie folgt hergestellt: Zunächst wird auf einen Gegenstand, bei dem es sich beispielsweise um eine bestimmte Form eines Kraftfahrzeugteiles handelt, ein Trennlack aufgespritzt und hierauf eine Schutzschicht aufgetragen, deren Zusammensetzung in der deutschen Patentanmeldung P 39 36 018.0 angegeben ist. Hierbei verhindert die Schutzschicht, daß die Form bei der Herstellung des Materials 1 beschädigt wird.

Anschließend werden in die noch plastische Schutzschicht die Kugeln 2a bis 2e bis zur Hälfte etwa eingedrückt, wobei die Kugeln 2a bis 2e derart positioniert werden, daß sie sich berühren. Hiernach wird die zweite Schicht 3, die aus im Lichtbogen aufgeschmolzenem Aluminium besteht, aufgespritzt, wobei die Schichtdicke etwa 1,5 mm beträgt. Hierfür wird als Treibgas das gereinigte Abgas eines Dieselmotors bei einer Fördermenge von 160 l/min und einem Druck von 4 bar verwendet, wie dies näher in der deutschen Patentanmeldung P 39 36 018.0 beschrieben ist.

Nach dem Ausformen erhält man die in Fig. 1 gezeigte Ausführungsform des Materials 1.

Zusätzlich kann man noch auf die nunmehr freiliegende Oberfläche der Kugeln 2a bis 2e eine weitere Schicht 4 des aufgeschmolzenen Aluminiums aufbringen, wie dies beispielhaft nur bei der Kugel 2e gezeigt ist. Hierbei weist diese Schicht jedoch nur eine Dicke von 0,5 mm auf und bewirkt, daß die Oberflächen der Kugeln hierdurch eine größere Härte besitzen und die Kugeln zudem noch weiter durch diese Schicht 4 in ihrer gezeigten Lage fixiert werden.

Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform des Materials 1 unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen Ausführungsform zunächst dadurch, daß sie nicht nur eine aus den Kugeln 2a bis 2e bestehenden schußfeste Schicht 2, sondern zusätzlich noch zwei weitere schußfeste Schichten 5 und 6 besitzt, wobei diese schußfesten Schichten 5 und 6 ebenfalls aus einlagig nebeneinander angeordneten und sich berührenden Kugeln 5a bis 5d bzw. 6a bis 6c bestehen. Hierbei liegen die Kugeln der schußfesten Schicht 2a bis 2e auf einer zweiten Schicht 3 aus erstarrtem Kupferbronze (Dicke 1,5 mm) auf. Ferner sind die Kugeln 2a bis 2e der schußfesten Schicht 2 auf ihren zugänglichen Oberflächen zusätzlich noch mit

einer Schicht 4 versehen, wobei diese Schicht ebenfalls aus Kupferbronze besteht und eine Dicke von 0,5 mm aufweist. Diese Schicht 4 verbindet einerseits die Kugeln 2a bis 2e der schußfesten Schicht 2 untereinander und ferner noch die Kugeln 2a bis 2e mit den Kugeln 5a bis 5d der zweiten schußfesten Schicht 5. Die zugänglichen Oberflächen der Kugeln 5a bis 5d sind mit einer weiteren Schicht 7 versehen, die wie die Schicht 4 ausgebildet ist. Hierbei verbindet die Schicht 7 einerseits die Kugeln 5a bis 5d untereinander und fixiert so ihre Lage und andererseits die Kugeln 5a bis 5d mit den Kugeln 6a bis 6c der dritten schußfesten Schicht, so daß insgesamt der in Fig. 2 gezeigte Verbundkörper 1 einen Aufbau besitzt, bei dem jede Kugel mit den hierzu benachbarten Kugeln über ein dreidimensionales Netzwerk aus erstarrter Kupferbronze verbunden ist.

Die Kugeln 5a bis 5d der zweiten schußfesten Schicht sind in den Lücken positioniert, die die Kugeln 2a bis 2e der schußfesten Schicht 2 bilden, während die Kugeln 6a bis 6c der dritten schußfesten Schicht 6 wiederum in den Lücken der Kugeln 5a bis 5d angeordnet sind und damit der Lage der Kugeln 2a bis 2e entsprechen.

Die in Fig. 2 beschriebene Ausführungsform des Materials wird wie folgt hergestellt:

Zunächst wird ein in der deutschen Patentanmeldung P 39 36 018.0 beschriebener Trennlack und eine dort beschriebene Schutzschicht in eine Form aufgetragen, wobei es sich bei dieser Form beispielsweise um die Form eines Kraftfahrzeugteiles handelt. Hiernach wird auf diese Schutzschicht eine 0,5 mm dicke Schicht einer Kupferbronze aufgespritzt, wobei zu diesem Zweck die Kupferbronze über einen Lichtbogen aufgeschmolzen und anschließend mit dem Abgas eines Dieselmotors als Treibgas bei einer Treibgasmenge von 160 l/min und einem Druck von 4 bar aufgespritzt wird, wie dies näher in der deutschen Patentanmeldung P 39 36 018.0 beschrieben ist. Nach dem Erstarren der so aufgespritzten zweiten Schicht 3 werden auf diese Schicht 3 die Kugeln 2a bis 2e aufgelegt und durch Aufspritzen der Schicht 4, die ebenfalls eine Dicke von 0,5 mm und die zuvor angegebene Materialzusammensetzung aufweist, fixiert. Hierbei erstreckt sich die Schicht 4 über die zugängliche Oberfläche der Kugeln 2a bis 2e, d. h. sie dringt auch teilweise in die Lücken ein, die zwischen benachbarten Kugeln bestehen. Nach dem Erstarren der Schicht 4 werden die Kugeln 5a bis 5d der zweiten schußfesten Schicht 5 in den entsprechenden Lücken, die zwischen benachbarten Kugeln 2a bis 2e der Schicht 2 bestehen, positioniert. Hiernach wird auf die frei zugängliche Oberfläche der Kugeln 5a bis 5d die Schicht 7 in der gleichen Weise aufgespritzt, wie dies vorstehend für die Schicht 4 angegeben ist.

Nach dem Erstarren der Schicht 7 werden in die Lücken der Kugeln 5a bis 5e die Kugeln 6a bis 6c positioniert und danach auf die freie Oberflächen der Kugeln eine weitere Schicht 8 aus 0,5 mm Kupferbronze nach dem Verfahren aufgespritzt, wie dies vorstehend für die Schicht 4 und die Schicht 7 beschrieben ist.

Die in Fig. 3 gezeigte Ausführungsform des Materials 1 unterscheidet sich von der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform des Materials dadurch, daß oberhalb der schußfesten Schicht 6 eine Schicht 9 vorgesehen ist, die aus 1,5 mm Kupferbronze besteht, wobei die Schicht 9 die Kugeln 6a bis 6c der schußfesten Schicht 6 derart einbetten, daß die Lücken zwischen den Kugeln 6a bis 6c vollständig mit Kupferbronze ausgefüllt sind. Hierdurch wird eine zusätzliche Fixierung der Kugeln 6a bis 6c erreicht, wie dies im übrigen auch bei der in Fig. 1

gezeigten Ausführungsform durch die zweite Schicht 3 für die Kugeln 2a bis 2e herbeigeführt wird. Außen auf der Schicht 9 ist eine Polyurethanschaumschicht 10 vorgesehen, in die zur Verstärkung Glasfasermatten eingelegt sind. Ansonsten entspricht die in Fig. 3 gezeigte Ausführungsform der Ausführungsform gemäß Fig. 2.

Zur Herstellung des Verbundkörpers gemäß Fig. 3 werden zunächst, wie vorstehend beschrieben, die Schichten 3, 2, 5 und 6 hergestellt. Nachdem die Kugeln 6a bis 6c der Schicht 6 in den Lücken, die zwischen den Kugeln 5a bis 5d der schußfesten Schicht 5 entstehen, positioniert sind, wird die Schicht 9 so aufgespritzt, daß die Lücken zwischen den Kugeln 6a bis 6c ausgefüllt sind und darüber hinaus die Schicht 9 eine plane Oberfläche besitzt. Hierfür wird im Lichtbogen aufgeschmolzene Kupferbronze durch gereinigte Abgase eines Dieselmotors bei einer Abgasfördermenge von 160 l/min und einem Abgasdruck von 4 bar auf die Oberfläche der Kugeln 6a bis 6c unter Ausbildung der Schicht 9 aufgespritzt. Nach dem Erstarren der aufgeschmolzenen Kupferbronze und deren Abkühlung werden die Glasfasermatten aufgelegt und die Polyurethanschaumschicht 10 aufgespritzt.

Selbstverständlich kann man bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen anstelle der Kupferbronze auch andere Metalle, Metallgemische, Metalloxide, Metallcarbid und/oder Metallnitride verwenden, wobei aus Gewichtsgründen sich insbesondere hierfür Aluminium anbietet.

Ein Kraftfahrzeugdach mit dem in der Fig. 3 gezeigten Aufbau wurde nach dem zuvor beschriebenen Verfahren hergestellt, wobei hierfür Kugeln 2a bis 2e, 5a bis 5d, 6a bis 6c aus Aluminiumoxid verwendet wurden, die einen Durchmesser von 6 mm besaßen. Dieses Dach wurde aus einer Entfernung von 10 Metern und unter einem Winkel von 90° mit den nachfolgend wiedergegebenen Gewehren beschossen und die Eindringtiefe der entsprechenden Geschosse bestimmt. Die Geschosse prallten zunächst auf die Schicht 3 auf

Kurzflinte Remington 817  
 Lauf 33 cm, 12 Gauge  
 Eindringtiefe 1,3 cm

Büchse Mauser 66  
 Matchlauf 61 cm  
 S + B, VM/Spitzgeschöß  
 146 Grain (NATO WK) 308 WIN  
 Eindringtiefe 10 mm

Büchse Mauser 66  
 Norma HPBT, 168 Grain, Match, 308 WIN  
 Eindringtiefe 8 mm.

Bei all den zuvor wiedergegebenen Beschußversuchen konnte festgestellt werden, daß keines der dort abgefeuerten Geschosse das Dach durchdrang. Vielmehr verliefen die Schußkanäle der Geschosse nicht geradlinig, sondern die Geschosse wurden in ihrer Richtung durch ihr Aufprallen auf die Kugeln in einem Winkel zwischen etwa 60° und 90° abgelenkt, so daß die zuvor als "Eindringtiefe" wiedergegebenen Werte der Gesamtlänge des Schußkanales in dem Kraftfahrzeugdach entsprechen.

Die vorstehend wiedergegebenen Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Materials sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens belegen sehr deutlich, daß ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfah-

rens darin zu sehen ist, daß nach dem erfindungsgemäßen Verfahren beliebig gestaltete Gegenstände, insbesondere Fahrzeugteile oder Bekleidungsstücke, in besonderer einfacher Weise hergestellt werden können. Hierzu ist es lediglich erforderlich, in einer vorgegebenen Form eine Schicht aus geschmolzenem Metall, Metalloxid, Metallnitrid und/oder Metallcarbid gemäß dem Verfahren der deutschen Patentanmeldung P 39 36 018.0 aufzuspritzen, nach dem Erstarren dieser Schicht die geometrischen Körper, vorzugsweise Kugeln, einlagig auf dieser Schicht anzuordnen und diese geometrischen Körper über eine weitere Schicht des aufgeschmolzenen Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides zu verschweißen.

Gegebenenfalls kann man dann, falls erforderlich, mehrere Lagen derartiger geometrischer Körper übereinander anordnen und entsprechend miteinander verschweißen, wie dies bereits vorstehend beschrieben ist.

#### Patentansprüche

1. Material zur Herstellung einer schußfesten Panzerung, insbesondere für Fahrzeuge und Flugzeuge sowie für die Herstellung von Bekleidungsstücken, mit mindestens einer schußfesten Schicht, **dadurch gekennzeichnet**, daß die schußfeste Schicht (2, 5, 6) eine Vielzahl von in ihrer Position fixierten und sich berührenden geometrischen Körper (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) umfaßt, die einlagig angeordnet sind und deren Oberflächen derart ausgebildet sind, daß die Richtung eines auf die Außenfläche der geometrischen Körper (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) auftreffenden Geschossen mindestens teilweise abgelenkt wird.
2. Material nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenflächen der geometrischen Körper (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) nach außen hin gewölbt sind.
3. Material nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die geometrischen Körper (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) aus Kugeln, Ellipsoiden, Paraboloiden, Polyedern und/oder Abschnitten davon bestehen.
4. Material nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die schußfeste Schicht (2, 5, 6) aus der Vielzahl der miteinander verbundenen Körper (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) gebildet ist.
5. Material nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die geometrischen Körper (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) miteinander verklebt sind.
6. Material nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die geometrischen Körper (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) durch eine Schicht (4, 7, 8) eines Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides miteinander verschweißt sind.
7. Material nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Material (1) eine zweite Schicht (3, 9) aufweist, in die die geometrischen Körper (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) eingebettet sind.
8. Material nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es 1 bis 10, vorzugsweise 2 bis 5, übereinander angeordnete schußfeste Schichten (2, 5, 6) aufweist.
9. Material nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es 1 bis 10, vorzugsweise 2 bis 5, übereinander angeordnete

schußfeste Schichten (2, 5, 6) aufweist, wobei jede schußfeste Schicht (2, 5, 6) aus Kugeln (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) gebildet ist.

10. Material nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die äußere schußfeste Schicht (2, 6) mindestens mit der darüber bzw. darunter angeordneten Schicht (5) verbunden ist.

11. Material nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß jede der innenliegenden Schichten (5) mit mindestens einer der hierzu benachbarten beiden Schichten (2, 6) verbunden ist.

12. Material nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Material (1) als Verbundkörper ausgebildet ist und jede Kugel (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) der Schichten (2, 5, 6) mit jeder hieran anstoßenden Kugel (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) verbunden, vorzugsweise durch eine Schicht (4, 7, 8) eines Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides verschweißt ist.

13. Material nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die zu einer Schicht (2) benachbarte Schicht (5) bzw. die benachbarten Schichten derart angeordnet ist bzw. sind, daß die Kugeln (5a-5d) der benachbarten Schicht (5) bzw. Schichten in den Lücken angeordnet sind, die zwischen den Kugeln (2a-2e) der einen Schicht (2) bestehen.

14. Material nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Material eine äußere Schicht (3) aus Metall, Metalloxid, -nitrid und/oder -carbid und eine hierzu entgegengesetzt angeordnete innere Schicht (9) aufweist, wobei die äußere und die innere Schicht (3, 9) die schußfeste Schicht (2, 5, 6) bzw. die schußfesten Schichten sandwichartig einschließen.

15. Material nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Schicht (9) einen Kunststoffschaum (10) umfaßt.

16. Material nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffschaum (10) eine Verstärkungslage (11), insbesondere aus einem Glasfaserflächengebilde, umfaßt.

17. Material nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die geometrischen Körper (2a-2e, 5a-5d, 6a-6c) aus einem keramischen Material, insbesondere Aluminiumoxid, bestehen.

18. Verfahren zur Herstellung eines Materials nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man auf einen Gegenstand eine einlagige Schicht einer Vielzahl von sich berührenden geometrischen Körpern aufbringt, daß man die geometrischen Körper unter Ausbildung einer schußfesten Schicht in ihrer jeweiligen Lage fixiert und danach die so hergestellte Schicht ggf. von dem Gegenstand ablöst.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß man die geometrischen Körper durch ein Aufspritzen eines geschmolzenen Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides fixiert.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Schicht des geschmolzenen Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides aufspritzt.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß man mehrere Schichten von geometrischen Körpern übereinander anordnet, wobei man die Schichten derart zueinander aus-



richtet, daß die geometrischen Körper der darüberliegenden Schicht mindestens teilweise in den Lücken, die zwischen den geometrischen Körpern der darunterliegenden Schicht entstehen, positioniert werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß man als geometrische Körper Kugeln aus einem keramischen Material, insbesondere Aluminiumoxid, auswählt und daß man die Kugeln einer jeden Schicht durch Aufspritzen eines Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides miteinander verschweißt.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß man die Kugeln der obersten und/oder untersten Schicht in eine Schicht eines Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides einbettet.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß man als geometrische Körper Kugeln auswählt und daß man auf die zugängliche Oberfläche der Kugeln eine Schicht eines geschmolzenen Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides aufträgt.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß man mehrere Schichten von Kugeln übereinanderliegend anordnet und auf die frei zugängliche Oberfläche der Kugeln einer jeden Schicht eine Schicht des geschmolzenen Metalls, Metalloxides, -nitrides und/oder -carbides aufspritzt.

26. Verfahren nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß man die Schicht aus Metall, Metalloxid, -nitrid und/oder -carbid in einer Dicke zwischen 0,1 mm und 2 mm, vorzugsweise zwischen 0,3 mm und 1 mm, aufspritzt.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß man als Gegenstand eine Form, insbesondere eine Form zur Herstellung eines Kraftfahrzeugteils, verwendet.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

— Leerseite —

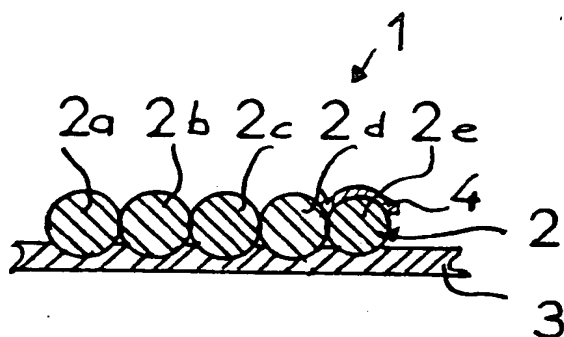


FIG. 1

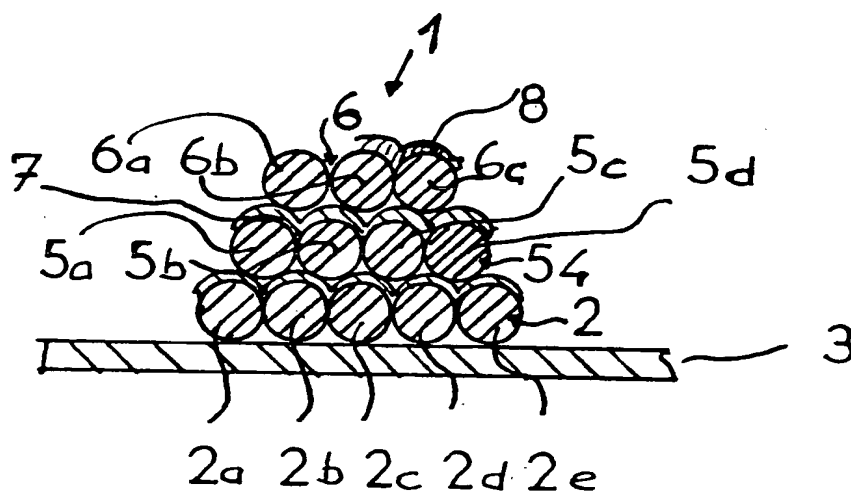


FIG. 2

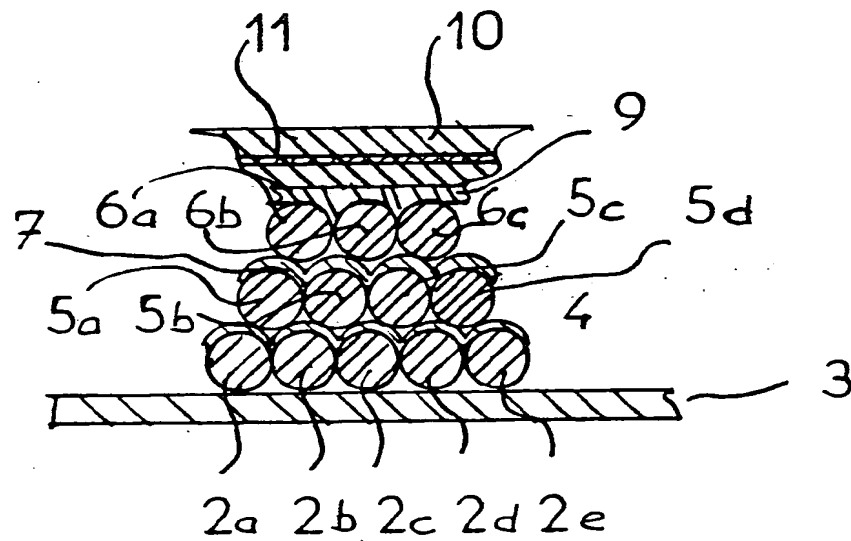


FIG. 3